

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2001年6月14日 (14.06.2001)

PCT

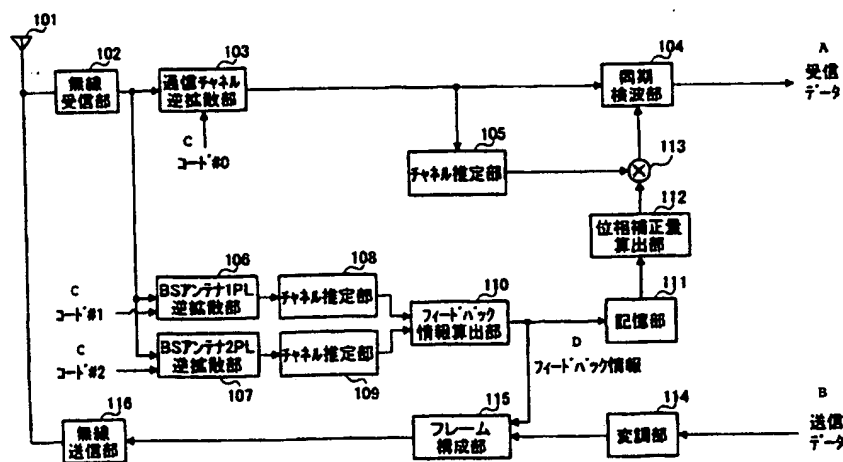
(10) 国際公開番号
WO 01/43311 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H04B 7/06, 7/08, 7/26, H04J 13/00 (72) 発明者: および
(75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 三好憲一 (MIYOSHI, Kenichi) [JP/JP]; 〒232-0066 神奈川県横浜市南区六ツ川1-240-1-501 Kanagawa (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/08151
- (22) 国際出願日: 2000年11月20日 (20.11.2000) (74) 代理人: 鷺田公一 (WASHIDA, Kimihito); 〒206-0034 東京都多摩市鶴牧1丁目24-1 新都市センタービル5階 Tokyo (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZW.
- (30) 優先権データ: 特願平11/346468 1999年12月6日 (06.12.1999) JP (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZW), ユーラシア特許 (AM,
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).

[続葉有]

(54) Title: COMMUNICATION TERMINAL AND WIRELESS COMMUNICATION METHOD

(54) 発明の名称: 通信端末装置及び無線通信方法



(57) Abstract: For closed-loop transmission diversity, a phase corrective value for compensating for the effects of the phase rotation of transmission diversity is derived from feedback information known by a communication terminal. A received signal of the communication channel or a channel estimate is corrected based on the phase corrective value.

102...WIRELESS RECEPTION
103...DESPREADING OF COMMUNICATION CHANNEL
104...COHERENT DETECTION
105...CHANNEL ESTIMATION
112...DETERMINATION OF PHASE CORRECTIVE VALUE
106...DESPREADING BS ANTENNA 1PL
107...DESPREADING BS ANTENNA 2PL
108...CHANNEL ESTIMATOR
109...CHANNEL ESTIMATOR
110...DETERMINATION OF FEEDBACK INFORMATION

111...STORAGE
115...FRAME GENERATION
114...MODULATION
116...WIRELESS TRANSMISSION
A...RECEIVED DATA
B...DATA TO BE TRANSMITTED
C...CODE
D...FEEDBACK INFORMATION

[続葉有]



AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許
(AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG,
CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される
各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約:

クローズドループ型送信ダイバーシチの際に、通信端末装置において既知であるフィードバック情報から送信ダイバーシチの位相回転の影響を補償する位相補正值を算出し、この位相補正值に基づいて通信チャネルの受信信号を補正して、又はこの位相補正值に基づいてチャネル推定値を補正する。

明 細 書

通信端末装置及び無線通信方法

5 技術分野

本発明は、デジタル無線通信システムにおける通信端末装置及び無線通信方法に関し、特に D S - C D M A (Direct Sequence-Code Division Multiple Access) システムにおける通信端末装置及び無線通信方法に関する。

10

背景技術

移動体通信においては、フェージングにより受信信号の品質劣化が著しくなる。このようなフェージングに対する有効な対策としてダイバーシチ技術がある。このダイバーシチ技術は、受信機側において受信信号の電力の落ち込みを
15 防止するものである。しかしながら、移動局のような通信端末装置でダイバーシチを実現するためには、さまざまな制約がある。そこで、本来移動局の受信機側で実現されるべきダイバーシチを基地局の送信機側で実現するために、送信ダイバーシチ技術が検討されている。

送信ダイバーシチは、図 1 に示すように、基地局 1 のアンテナ 1, アンテナ
20 2 から同じ位相の信号を移動局 2 に向けて送信し、移動局 2 において受信信号が大きいアンテナを選択するものである。

一方、現在、D S - C D M A システムにおいて、基地局でクローズドループ型送信ダイバーシチを用いた送信ダイバーシチの標準化が進められている。このクローズドループ型送信ダイバーシチには 3 つのモードがある。例えば、ク
25 ローズドループ型送信ダイバーシチのモード 2 を適用する場合、基地局側でアンテナ 1 に対してアンテナ 2 に位相回転 (90° 刻み) を加えて送信を行う。移動局側では、アンテナ 1 及びアンテナ 2 から送信された信号から、どの程度

両信号に位相差を加えたら良いかを判定し、その位相差情報を基地局に送信する。基地局は、その位相差情報にしたがって送信を行う。この処理は、スロット毎に行われる。これにより、移動局側では、スロット毎に位相が大きく回転して受信されることになる。

- 5 以下、基地局側でクローズドループ型送信ダイバーシチのモード2を適用した場合における移動局での受信信号の位相について図2～図8を用いて説明する。

まず、基地局においては、図2に示すように、共通パイロットチャネル信号（共通既知信号）をアンテナ1とアンテナ2から同位相で移動局に送信する。

- 10 このとき、アンテナ1から送信する共通パイロットチャネル信号とアンテナ2から送信する共通パイロットチャネル信号は異なった拡散コードを使用する。

また、基地局における通信チャネル信号の送信においては、クローズドループ型送信ダイバーシチでない通常状態では位相回転制御が行われないので、アンテナ1のみで移動局に送信する。クローズドループ型送信ダイバーシチでは、

- 15 図6に示すように、アンテナ2から送信する信号に対して、移動局から送られたフィードバック情報で指定された位相を加えるように位相回転制御を行って送信する。

上記のように基地局から送信された信号を移動局で受信する場合、共通パイロットチャネル信号についてはアンテナ1とアンテナ2で異なった信号が送

- 20 信されているので、チャネル推定を送信アンテナ毎に行うことができる。すなわち、図3に示すように、移動局において、信号はアンテナ1とアンテナ2とで異なる位相回転が加わって受信されるので、アンテナ1から送信された共通パイロット信号とアンテナ2から送信された共通パイロットチャネル信号のチャネルを別々に推定することができる。

- 25 2つのチャネル推定値に基づいて、通信チャネルにおいて、アンテナ1とアンテナ2の間にどれくらいの位相差を持たせて送信すべきか決定する。そして、この位相差（フィードバック情報）を基地局に通知する。

ここで、フィードバック情報の設定について説明する。

基地局のアンテナ1とアンテナ2からは、上述したように、それぞれ共通パイロットチャネル信号が送信されている。移動局においては、共通パイロットチャネル信号に対してチャネル推定することにより、アンテナ1とアンテナ2
5 のそれぞれのフェージングによる位相回転量と振幅変動を算出することができる。

まず、図2に示すように、同じ振幅・位相（位相＝0）であり、それぞれ異なる共通パイロットチャネル信号を基地局のアンテナ1，アンテナ2から送信すると、移動局では、図3に示すように受信される。ここで、 α はアンテナ1
10 からの送信信号が受けるフェージングによる位相回転を示し、 β はアンテナ2からの送信信号が受けるフェージングによる位相回転を示す。

また、図3に示すように、同じ振幅・位相（位相＝0）である通信チャネル信号を基地局のアンテナ1，アンテナ2から送信すると、移動局では、図5に示すように受信される。ここで、Aはアンテナ1からの送信信号が受けるフェ
15 ージングによる振幅変動を示し、Bはアンテナ2からの送信信号が受けるフェージングによる振幅変動を示す。移動局では、図5に示すように、アンテナ1とアンテナ2で送信された信号が合成されて、太字矢印の信号となって受信される。このときの、合成ベクトルの位相は Φ_{before} である。

この場合、 $\beta - \alpha$ が約 90° であるので、アンテナ2の位相を -90° 回転
20 させるとアンテナ1とアンテナ2で送信した信号の合成ベクトルが大きくなることが予測される。そこで、通信チャネルのアンテナ2の位相を -90° に設定し、その位相差で送信するように移動局から基地局へフィードバック情報（位相差）を通知する。

基地局にフィードバック情報が正しく通知されると、次のスロットにおいて
25 通信チャネル信号は図6に示すように送信される。すなわち、アンテナ2の位相が -90° されて送信される。その結果、移動局では、図7に示すような信号を受信することになる。このとき、合成ベクトルの位相は Φ_{after} になって

いる。したがって、フェージング環境が変化していなくても、移動局では、送信側のアンテナの位相付加によって、 Φ_{after} と Φ_{before} のような位相のずれが生じている。

移動局の通信チャネルでは、チャネル推定精度を上げることにより、複数の
5 スロットのチャネル推定結果を重み付けして加算する制御が行われていれる。この制御は、フェージング変動による位相回転量がチャネル推定結果を加算するスロット数に対して小さいということを前提に行われる。しかしながら、上述したように、クローズドループ型送信ダイバーシチを適用すると、フェージングが変化していなくてもチャネル推定値が変化することになるので、複数のス
10 ロットのチャネル推定値を平均して使用すると正しいチャネル推定値を算出することができなくなり、受信性能が劣化することになる。

発明の開示

本発明の目的は、クローズドループ型送信ダイバーシチを適用する送信ダイ
15 バーシチにおいてもチャネル推定精度を劣化させることなく、優れた受信性能を発揮することができる通信端末装置及び無線通信方法を提供することである。

本発明者らは、クローズドループ型送信ダイバーシチにおいて、送信ダイバーシチ制御によって位相が回転するときは、その1つ前のスロットで通信端末
20 が基地局に対してフィードバック情報（位相回転量）を通知しており、通信端末が当該スロットでアンテナ1とアンテナ2間にどれくらいの位相差が付加されて送信されるかを知っていることに着目し、この通信端末で既知である位相差を用いて受信信号を補正することによりクローズドループ型送信ダイバーシチにおいても正確にチャネル推定を行うことができることを見出し本発
25 明をするに至った。

すなわち、本発明の骨子は、クローズドループ型送信ダイバーシチの際に、通信端末装置において既知であるフィードバック情報から送信ダイバーシチ

の位相回転の影響を補償する位相補正值を算出し、この位相補正值に基づいて通信チャネルの受信信号を補正して、又はこの位相補正值に基づいてチャネル推定値を補正して、優れた受信性能を発揮することである。

5 図面の簡単な説明

図 1 は、送信ダイバーシチを説明するための図；

図 2 は、位相回転制御前の共通パイロットチャネル信号の基地局における送信信号の位相を示す図；

図 3 は、位相回転制御前の共通パイロットチャネル信号の移動局における受信信号の位相を示す図；

図 4 は、位相回転制御前の通信チャネル信号の基地局における送信信号の位相を示す図；

図 5 は、位相回転制御前の通信チャネル信号の移動局における受信信号の位相を示す図；

図 6 は、位相回転制御後の通信チャネル信号の基地局における送信信号の位相を示す図；

図 7 は、位相回転制御後の通信チャネル信号の移動局における受信信号の位相を示す図；

図 8 は、位相回転制御後の共通パイロットチャネル信号の移動局における受信信号の位相を示す図；

図 9 は、本発明の実施の形態 1 に係る通信端末装置の構成を示すブロック図；

図 10 は、本発明の実施の形態 2 に係る通信端末装置の構成を示すブロック図；

図 11 は、上記実施の形態 2 に係る通信端末装置の位相補正量算出部の構成を示すブロック図；

図 12 は、本発明の実施の形態 3 に係る通信端末装置の構成を示すブロック

図；並びに

図 13 は、本実施の形態に係る通信端末装置における同期検波を説明するための図である。

5 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。

(実施の形態 1)

図 9 は、本発明の実施の形態 1 に係る通信端末装置の構成を示すブロック図である。アンテナ 101 で受信された信号は、無線受信部 102 に送られる。

- 10 無線受信部 102 では、受信信号に対して所定の無線受信処理（ダウンコンバート、A/D 変換など）を行う。

通信チャネル信号については、無線受信処理された後に通信チャネル逆拡散部 103 に送られて、そこで、基地局装置における拡散変調処理に使用された拡散コード #0 で逆拡散処理される。逆拡散処理された信号（逆拡散信号）は、

- 15 同期検波部 104 及びチャネル推定部 105 に送られる。

チャネル推定部 105 では、逆拡散信号を用いてチャネル推定を行ってチャネル推定値を求める。このチャネル推定値は、後述するようにして求められた位相補正量を用いて位相補正され、位相補正されたチャネル推定値が同期検波部 104 に送られる。同期検波部 105 では、位相補正されたチャネル推定値

20 にしたがって逆拡散信号に同期検波処理を行って受信データを得る。

- 一方、共通パイロットチャネル信号は、無線受信部 102 で無線受信処理された後に BS アンテナ 1 PL 逆拡散部 106, BS アンテナ 2 PL 逆拡散部 107 に送られる。BS アンテナ 1 PL 逆拡散部 106, BS アンテナ 2 PL 逆
- 25 拡散部 107 では、基地局装置における拡散変調処理に使用された拡散コードを用いて無線受信処理後の信号に逆拡散処理を行って、所望の逆拡散信号を得る。具体的には、BS アンテナ 1 PL 逆拡散部 106 では、拡散コード #1 を用いて逆拡散処理を行って、基地局装置のアンテナ 1 から送信された信号を取

得し、BSアンテナ2PL逆拡散部107では、拡散コード#2を用いて逆拡散処理を行って、基地局装置のアンテナ2から送信された信号を取得する。

BSアンテナ1PL逆拡散部106からの逆拡散信号は、チャンネル推定部108に送られる。そして、チャンネル推定部108では、基地局装置のアンテナ
5 1から送信された信号のチャンネル推定を行う。また、BSアンテナ2PL逆拡散部107からの逆拡散信号は、チャンネル推定部109に送られる。そして、チャンネル推定部109では、基地局装置のアンテナ2から送信された信号のチャンネル推定を行う。

チャンネル推定部108, 109で求められたチャンネル推定値は、それぞれフ
10 イードバック情報算出部110に送られる。フィードバック情報算出部110では、基地局装置のアンテナ1, 2から送信された信号のそれぞれのチャンネル推定値に基づいてフィードバック情報を算出する。このフィードバック情報は、基地局装置に通知するために送信機側のフレーム構成部115に送られると共に、記憶部111に送られて格納される。

15 位相補正量算出部112は、記録部111に格納されたフィードバック情報を取得して、クローズドループ型送信ダイバーシチにおいて基地局装置側で付加された位相に対する位相補正量を算出する。この位相補正量は、乗算器113で前述した通信チャンネル信号から求めたチャンネル推定値に乗算される。これにより、クローズドループ型送信ダイバーシチにおいて基地局装置側で付与さ
20 れた位相回転分が除去されたチャンネル推定値が得られる。この位相回転分が除去されたチャンネル推定値は、同期検波部104に送られる。

送信機側において、送信データは、変調部114に送られて、そこでディジタル変調される。変調後の送信データは、フレーム構成部115に送られる。フレーム構成部115では、変調後の送信データと、共通パイロットチャンネル
25 信号のチャンネル推定値から求められたフィードバック情報とを用いてフレーム構成が行う。フレーム構成された送信データ及びフィードバック情報は、無線送信部116に送られて所定の無線送信処理(D/A変換、アップコンバー

トなど)された後にアンテナを介して基地局装置に向けて送信される。

次に、本実施の形態に係る通信端末装置の動作について説明する。なお、ここでは、クローズドループ型送信ダイバーシチがモード2である場合について説明する。

- 5 まず、基地局装置から図2に示すような同じ振幅・位相(位相=0)であり、それぞれ異なる共通パイロットチャネル信号を基地局装置のアンテナ1, アンテナ2から送信すると、通信端末装置では、図3に示すように受信される。このように受信された信号は、それぞれBSアンテナ1PL逆拡散部106において拡散コード#1により逆拡散され、その逆拡散信号がチャンネル推定部108に送られる。チャンネル推定部108では、基地局装置のアンテナ1から送信された共通パイロットチャネル信号のチャンネル推定を行う。また、受信信号は、それぞれBSアンテナ2PL逆拡散部107において拡散コード#2により逆拡散され、その逆拡散信号がチャンネル推定部109に送られる。チャンネル推定部109では、基地局装置のアンテナ2から送信された共通パイロットチャネル信号のチャンネル推定を行う。

- 15 それぞれのチャンネル推定部108, 109で得られたチャンネル推定値は、フィードバック情報算出部110に送られる。フィードバック情報算出部110では、2つのチャンネル推定値を用いてフィードバック情報を算出する。フィードバック情報算出部110では、次のようにしてフィードバック情報を算出する。

- 20 基地局装置から送信された図4に示す振幅、位相(位相=0)の通信チャネル信号は、図5に示すように受信される。この通信チャネル信号は、アンテナ1とアンテナ2で送信された信号が合成されて、太字矢印の信号となって受信される。このときの合成ベクトルの位相は Φ_{before} である。この Φ_{before} は、記憶部111に格納しておく。ここで、Aはアンテナ1からの送信信号が受けるフェージングによる振幅変動を示し、Bはアンテナ2からの送信信号が受けるフェージングによる振幅変動を示す。

図3から分かるように、アンテナ1から送信された信号とアンテナ2から送信された信号の間のフェージングによる位相回転の差 $\beta - \alpha$ が約 90° であるので、アンテナ2の位相を -90° 回転させるとアンテナ1とアンテナ2で送信した信号の合成ベクトルが大きくなることが予測される。

- 5 クローズドループ型送信ダイバーシチのモード2においては、基地局装置側で意図的に付与する位相差は、 0° 、 $+90^\circ$ 、 180° 、 -90° の4通りであるので、アンテナ2の位相を -90° に設定する。このようにしてフィードバック情報を算出する。

- このようにしてフィードバック情報算出部110で算出したフィードバック情報（位相差）を基地局装置に通知する。具体的には、フィードバック情報の位相差は4通りであり2ビットで表現されるので、その2ビットのフィードバック情報をフレーム構成部115に送り、フレーム構成部115で送信データと共にフレーム構成する。そして、フレーム構成された送信信号の形で、フィードバック情報を基地局装置に通知する。
- 10

- 15 基地局装置では、受信信号を受信してフィードバック情報を取得すると、次のスロットにおいて通信チャネル信号はフィードバック情報に対応する位相差を付与された形で通信端末装置に向けて送信される。すなわち、図5に示すように、アンテナ2の位相が -90° されて送信される。

- 通信端末装置では、図7に示すような信号を受信することになる。このとき、合成ベクトルの位相は Φ_{after} になっている。この Φ_{after} は、位相補正量算出部112において、次のようにして求める。図8は、フィードバック情報にしたがって位相回転を付与した状態で基地局装置から送信された共通パイロットチャネル信号の受信信号の位相を示している。ここで、 α' はアンテナ1からの送信信号が受けるフェージングによる位相回転を示し、 A' はアンテナ1からの送信信号が受けるフェージングによる振幅変動を示し、 β' はアンテナ2からの送信信号が受けるフェージングによる位相回転を示し、 B' はアンテナ2からの送信信号が受けるフェージングによる振幅変動を示す。
- 20
- 25

したがって、 Φ_{after} は、これらの値を用いて、式 $\Phi_{\text{after}} = \tan^{-1} (A' \cos \alpha' + B \cos(\beta' - 90^\circ) / A' \sin \alpha' + B' \sin(\beta' - 90^\circ))$ から算出される。

クローズドループ型送信ダイバーシチにおける位相付加による位相回転量は、 Φ_{before} と Φ_{after} の差で求められる。したがって、位相補正量算出部

- 5 112では、 Φ_{after} を求めた後に、記憶部111に格納された Φ_{before} を用いてとの Φ_{before} と Φ_{after} の差を求めて、位相補正值を得る。

基地局装置から送信された通信チャネル信号は、クローズドループ型送信ダイバーシチにより付与された位相回転を含んだ状態で、通信端末装置のチャネル推定部105でチャネル推定される。チャネル推定部105で得られたチャネル推定値は乗算器113で前述の位相補正量が乗算される。これにより、クローズドループ型送信ダイバーシチにより付与された位相回転を補正したチャネル推定値が得られる。この補正後のチャネル推定値が同期検波部104に送られる。同期検波部104では、補正後のチャネル推定値を用いて通信チャネル信号について同期検波を行う。

- 15 チャネル推定部105において、複数スロットにわたってチャネル推定値を平均化する処理部を設けても良い。例えば、図13に示すように、直交成分(Qチャネル)の3スロット(N-1、N、N+1)分の位相補正後のチャネル推定値を重み付け平均し、スロットNのチャネル推定値 $\hat{\epsilon}_N$ を求め、スロットNの同相成分(Iチャネル)のデータを $\hat{\epsilon}_N$ で同期検波する。これにより、通信
- 20 チャネルのチャネル推定精度を向上させることができ、クローズドループ型送信ダイバーシチを適用した場合でもより正確なチャネル推定を行うことができる。

- この同期検波においては、フェージング変化のみを反映したチャネル推定値を用いることになるので、複数のスロットのチャネル推定値を平均してチャネル推定を行っても正確にチャネル推定を行うことができる。その結果、クローズドループ型送信ダイバーシチであっても、優れた受信性能を発揮することができる。

このように、本実施の形態に係る通信端末装置においては、クローズドループ型送信ダイバーシチにおいて、通信端末装置側で既知であるフィードバック情報を用いて、クローズドループ型送信ダイバーシチの際の位相回転の影響を補償する補正値を算出し、この補正値に基づいて通信チャネルの受信信号を補正するので、正確なチャネル推定を行うことができ、優れた受信性能を発揮することができる。

なお、本実施の形態においては、通信チャネル信号のチャネル推定値に位相補正値を乗算してクローズドループ型送信ダイバーシチの際の位相回転の影響を補償するようにしているが、本実施の形態においては、通信チャネル信号に位相補正量を乗算してクローズドループ型送信ダイバーシチの際の位相回転の影響を補償し、その後、補償した通信チャネル信号についてチャネル推定を行うようにしても良い。ただし、乗算回数を少なくする（1回にする）ためには、チャネル推定値に位相補正値を乗算するようにすることが好ましい。

（実施の形態2）

実施の形態1において、フィードバック情報が正しく基地局装置に到達しなかったときには、通信端末装置が補正を加えるべきではないのに補正を加えてしまうことになる場合が考えられる。そこで、本実施の形態においては、補正を加えた場合と補正を加えなかった場合の通信チャネル信号両方で同期検波を行い、そのうち通信品質の良かったものを同期検波結果として採用する場合について説明する。なお、ここでは、通信品質を評価する基準としてSIR（Signal to Interference Ratio）を用いる場合について説明する。

図10は、本発明の実施の形態2に係る通信端末装置の構成を示すブロック図である。図10において、図9と同じ部分については図9と同じ符号を付して、その詳細な説明は省略する。

図10に示す通信端末装置は、通信チャネル逆拡散部103からの逆拡散信号に、位相補正量算出部112で算出された位相補正値を乗算する乗算器201と、逆拡散信号に位相補正を行った後の同期検波結果と逆拡散信号に位相補

正を行わないで同期検波を行った同期検波結果についてSIRを測定し、その測定結果を比較するSIR比較部203と、SIRの比較結果に基づいていずれかの同期検波結果を選択する選択部202とを有する。

- このような構成の通信端末装置においては、同期検波部104では、まず、
- 5 通信チャネル逆拡散部103からの逆拡散信号に対して同期検波を行う。この同期検波結果をSIR比較部203に送る。また、通信チャネル逆拡散部103からの逆拡散信号に、位相補正量算出部112で算出された位相補正值を乗算器201で乗算する。なお、この位相補正值の算出については実施の形態1
- 10 検波部104に送る。同期検波部104では、位相補正後の逆拡散信号に対して同期検波を行う。この同期検波結果をSIR比較部203に送る。

- SIR比較部203では、2つの同期検波結果に対してSIRを測定し、その測定結果を比較する。この比較結果を選択部202に送る。選択部202には、同期検波部104から2つの同期検波結果が入力されており、選択部20
- 15 2は、SIR比較部203からの比較結果に基づいて通信品質が良好である同期検波結果を選択する。

この場合、位相補正を加えるべき時には、位相補正後の逆拡散信号に対する同期検波結果が選択され、位相補正を加えるべきでない時には、位相補正を行わない逆拡散信号に対する同期検波結果が選択されることになる。

- 20 また、本実施の形態においては、位相補正量算出部112を図11に示すように構成しても良い。この構成においては、次の動作を行う。通信端末装置においては、フィードバック情報を記憶しているので、基地局装置からどのような位相で送信されているかを知ることができる。したがって、各位相（例えば0°、+90°、-90°、180°）で送信されたときに、受信されるであろう位相の候補を算出する。具体的には、受信位相候補算出部204において、
- 25 記憶部111に格納されているフィードバック情報を取得して、そのフィードバック情報に基づいて受信位相候補を算出する。

この受信位相候補は、比較部205に送られる。比較部205では、各受信位相候補と逆拡散信号から求められた実際の受信信号の位相とを比較する。そして、それらの比較結果を判定部206に送る。判定部206では、比較結果のうち最も角度差が小さい受信位相候補を選択する。この受信位相候補を選択

5 することは、基地局装置からこの位相で送信されたと判定することである。この判定結果を補正值算出部207に送る。補正值算出部207では、判定された位相に基づいて位相補正值を算出する。

このように、位相補正值算出部112を上記構成にすることにより、フィードバック情報が正しく基地局装置に到達しなかったときでも、正確なチャンネル

10 推定を行うことができ、優れた受信性能を発揮することができる。

上記実施の形態においては、通信端末装置が基地局装置に送るフィードバック情報を用いて位相補正值を算出する場合について説明しているが、本発明においては、通信端末装置が基地局装置に送るフィードバック情報を用いない場合にも適用することができる。

15 例えば、クローズドループ型送信ダイバーシチにおいて基地局装置が付与する可能性のあるすべての位相回転量は n 通りとあらかじめ決まっている（例えば、 0° 、 90° 、 180° 、 -90° ）ので、通信端末装置において、各位相回転量を付与して送信された通信チャネルを受信したときの位相予測値を算出することができる。これらの位相予測値と、受信した通信チャネル信号から求められたチャンネル推定値の位相とを比較してそれぞれの角度差を求める。

20 これらの角度差を尤度として用いる。すなわち、最も尤度が大きくなる（角度差が小さくなる）位相回転量を n 通りの中から選択する。選択した位相回転量に基づいて位相補正值を算出する。

これにより、基地局装置との間のフィードバック情報の送受信が不要となる

25 ので、通信制御が簡単になると共に、伝送効率を向上させることができる。

このように位相予測値とチャンネル推定値の位相とを比較して位相回転量を選択する際に、通信端末装置が基地局装置に送るフィードバック情報を用いる。

通信端末装置が基地局装置にフィードバック情報を送信する際に、基地局装置においてフィードバック情報が誤って受信されることがある。この場合に、上記のように位相予測値を用いて求めた位相回転量と、フィードバック情報とを併用して用いることにより、基地局装置で付与する位相回転量を精度良く識別

5 することができる。

フィードバック情報が複数ビットからなる場合は、誤って送信される確率はすべての位相回転量で同じではない。例えば、1ビット誤るよりも2ビット誤る方が確率は低いので、2ビット誤ったフィードバック情報にしたがって基地局装置が送信する確率は1ビット誤ったフィードバック情報にしたがって基

10 地局装置が送信する確率よりも低い。

例えば、フィードバック情報が 0° : 00ビット、 90° : 01ビット、 180° : 10ビット、 -90° : 11ビットで送信される場合、通信端末装置が00ビットを送ったのに、基地局装置が誤って11ビットと受信する確率は、基地局装置が誤って01ビット又は10ビットと受信する確率より低い。よっ

15 て、通信端末装置が00ビットと送信した場合には、 -90° よりも 90° ， 180° に誤り易いので、 90° ， 180° で算出した尤度には、 -90° で算出した尤度よりも重みをつける。これにより、基地局装置が送信した際に付与した位相回転の判定の精度が向上する。

このように、本実施の形態によれば、位相補正を加えた場合と位相補正を加えなかった場合の通信チャネル信号両方で同期検波を行い、そのうち通信品質の良かったものを同期検波結果として採用するので、フィードバック情報が正しく基地局装置に到達しなかったときでも、正確なチャネル推定を行うことができ、優れた受信性能を発揮することができる。これにより、クローズドループ型送信ダイバーシチにおいて、より正確に優れた受信性能を発揮させること

25 ができる。

(実施の形態3)

クローズドループ型送信ダイバーシチにおける位相回転量は、あらかじめ定

められた角度 (0° 、 $+90^\circ$ 、 180° 、 -90°) に決まっている。本実施の形態においては、通信端末装置側で、常にすべての位相回転量に応じた補正値を算出し、位相補正をかけて同期検波し、その同期検波結果のうち通信品質の良好なものを同期検波結果として採用する場合について説明する。なお、

5 ここでは、通信品質を評価する基準として S I R (Signal to Interference Ratio) を用いる場合について説明する。

図 1 2 は、本発明の実施の形態 3 に係る通信端末装置の構成を示すブロック図である。図 1 2 において、図 9 と同じ部分については図 9 と同じ符号を付して、その詳細な説明は省略する。

10 図 1 2 に示す通信端末装置は、通信チャネル逆拡散部 1 0 3 からの逆拡散信号に、位相回転情報テーブル 4 0 1 を用いて位相補正量算出部 4 0 2 で算出された位相補正値を乗算する複数の乗算器 4 0 3 と、逆拡散信号に位相補正を行った後の同期検波結果について S I R を測定し、その測定結果を比較する S I R 比較部 4 0 4 と、S I R の比較結果に基づいていずれかの同期検波結果を選

15 択する選択部 4 0 5 とを有する。

このような構成の通信端末装置においては、クローズドループ型送信ダイバースチの位相回転量は、あらかじめ決まっているので、位相回転情報テーブル 4 0 1 に記録される。位相補正量算出部 4 0 2 は、この位相回転情報テーブル 4 0 1 の位相回転量を参照して、位相補正値を算出する。なお、この位相補正

20 値の算出については実施の形態 1 と同様である。

通信チャネル逆拡散部 1 0 3 からの逆拡散信号に、位相補正量算出部 4 0 2 で算出された位相補正値を乗算器 4 0 3 で乗算する。このとき、クローズドループ型送信ダイバースチで決められているすべての位相回転量に対応する位相補正値を逆拡散信号に乗算する。そして、位相補正後の逆拡散信号 (通信チャネル信号) を同期検波部 1 0 4 に送る。同期検波部 1 0 4 では、位相補正後の逆拡散信号に対して同期検波を行う。この同期検波結果を S I R 比較部 4 0

25 4 に送る。

S I R 比較部 4 0 4 では、すべての同期検波結果に対して S I R を測定し、その測定結果を比較する。この比較結果を選択部 4 0 5 に送る。選択部 4 0 5 には、同期検波部 1 0 4 からすべての同期検波結果が入力されており、選択部 4 0 5 は、S I R 比較部 4 0 4 からの比較結果に基づいて通信品質が良好である同期検波結果を選択する。

このように、本実施の形態によれば、クローズドループ型送信ダイバーシチで決められているすべての位相回転量に対応する位相補正值について総当たりで同期検波を行い、そのうち通信品質の良かったものを同期検波結果として採用するので、通信端末装置側でフィードバック情報を保持しておく必要がない。これにより、クローズドループ型送信ダイバーシチにおける情報保持がなくなるので、通信端末装置におけるメモリを有効に利用することができる。

本発明は上記実施の形態 1 ～ 3 に限定されず、種々変更して実施することが可能である。例えば、上記実施の形態 1 ～ 3 においては、クローズドループ型送信ダイバーシチがモード 2 である場合について説明しているが、本発明は、クローズドループ型送信ダイバーシチが他のモードであっても適用することができる。また、上記実施の形態 2 , 3 においては、位相補正の有無で通信品質を評価する基準として S I R を用いた場合について説明しているが、本発明は、通信品質を評価する基準として S I R 以外の基準、例えば尤度などを用いた場合にも適用することができる。

本発明の通信端末装置は、クローズドループ型の送信ダイバーシチの際に、アンテナ毎に基地局装置から送信された共通既知信号から求められたそれぞれの第 1 チャネル推定値を用いてフィードバック情報を算出するフィードバック情報算出部と、前記フィードバック情報に基づいて、前記送信ダイバーシチ時に前記基地局装置で通信チャネル信号に付与した位相回転を補正するような位相補正量を算出する位相補正量算出部と、通信チャネル信号から求められたチャネル推定値に対して前記位相補正量を用いて位相補正した後の第 2 チャネル推定値を用いて前記通信チャネル信号を同期検波する同期検波部と、

を具備する構成を採る。

本発明の通信端末装置は、クローズドループ型の送信ダイバーシチの際に、アンテナ毎に基地局装置から送信された共通既知信号から求められたそれぞれの第1チャンネル推定値を用いてフィードバック情報を算出するフィードバ

- 5 ック情報算出部と、前記フィードバック情報に基づいて、前記送信ダイバーシチ時に前記基地局装置で通信チャンネル信号に付与した位相回転を補正するような位相補正量を算出する位相補正量算出部と、前記位相補正量を用いて位相補正した後の前記通信チャンネル信号からチャンネル推定を行うチャンネル推定部と、前記チャンネル推定により得られた第2チャンネル推定値を用いて前記通信チ
- 10 ャンネル信号を同期検波する同期検波部と、を具備する構成を採る。

- これらの構成によれば、クローズドループ型の送信ダイバーシチにおいて、通信端末装置側で既知であるフィードバック情報を用いて、送信ダイバーシチの位相回転の影響を補償する補正値を算出し、この補正値に基づいて通信チャンネルの受信信号を補正するので、正確なチャンネル推定を行うことができ、優れ
- 15 た受信性能を発揮することができる。

本発明の通信端末装置は、上記構成において、前記第2チャンネル推定値を複数スロットにわたって重み付け平均化する重み付け平均化手段を具備し、重み付け平均したチャンネル推定値で同期検波する構成を採る。

- この構成によれば、通信チャンネルのチャンネル推定精度を向上させることができる。これにより、クローズドループ型の送信ダイバーシチを適用した場合でもより正確なチャンネル推定を行うことができる。
- 20

- 本発明の通信端末装置は、クローズドループ型の送信ダイバーシチの際に、アンテナ毎に基地局装置から送信された共通既知信号から求められたそれぞれのチャンネル推定値を用いてフィードバック情報を算出するフィードバック
- 25 情報算出部と、前記フィードバック情報に基づいて、前記クローズドループ型送信ダイバーシチにおいて前記基地局装置で通信チャンネル信号に付与した位相回転を補正するような位相補正量を算出する位相補正量算出部と、前記通信

チャンネル信号及び前記位相補正量を用いて位相補正した後の前記通信チャンネル信号の同期検波後の通信品質を測定する通信品質測定部と、測定された通信品質のうち良い通信チャンネル信号を選択する選択部と、を具備する構成を採る。

この構成によれば、位相補正を加えた場合と位相補正を加えなかった場合の

- 5 通信チャンネル信号両方で同期検波を行い、そのうち通信品質の良かったものを同期検波結果として採用するので、フィードバック情報が正しく基地局装置に到達しなかったときでも、正確なチャンネル推定を行うことができ、優れた受信性能を発揮することができる。これにより、クローズドループ型の送信ダイバーシチにおいて、より正確に優れた受信性能を発揮させることができる。

- 10 本発明の通信端末装置は、クローズドループ型の送信ダイバーシチにおける位相回転量から、前記クローズドループ型の送信ダイバーシチにおいて前記基地局装置で通信チャンネル信号に付与した位相回転を補正するように複数の位相補正量を算出する位相補正量算出部と、前記基地局装置から送信された通信チャンネル信号について前記複数の位相補正量で位相補正した後の前記通信チャンネル信号の同期検波後の通信品質を測定する通信品質測定部と、測定された通信品質のうち良い通信チャンネル信号を選択する選択部と、を具備する構成を採る。

この構成によれば、クローズドループ型送信ダイバーシチで決められているすべての位相回転量に対応する位相補正值について総当たりで同期検波を行

- 20 い、そのうち通信品質の良かったものを同期検波結果として採用するので、通信端末装置側でフィードバック情報を保持しておく必要がない。これにより、クローズドループ型送信ダイバーシチにおける情報保持がなくなるので、通信端末装置におけるメモリを有効に利用することができる。

- 本発明の通信端末装置は、クローズドループ型送信ダイバーシチにおいて規定されている位相回転量毎に、各位相回転が付与された通信チャンネル信号を受信した際の各位相予測値を求める位相予測値算出部と、受信した通信チャンネル信号からチャンネル推定値を求めるチャンネル推定部と、前記チャンネル推定値の位

相と前記各位相予測値との間の各角度差を求め、各角度差のうち最も尤度が高い角度差に対応する位相予測値に基づいて位相補正値を算出する位相補正量算出部と、を具備する構成を採る。

- この構成によれば、基地局装置との間のフィードバック情報の送受信が不要となるので、通信制御が簡単になると共に、伝送効率を向上させることができる。

本発明の通信端末装置は、上記構成において、基地局装置に送信するフィードバック情報に応じて前記尤度に重み付けを行う構成を採る。この構成によれば、基地局装置が付与する位相回転量を精度良く識別することができる。

- 10 本発明の基地局装置は、上記構成の通信端末装置と無線通信を行うことを特徴とする。これにより、クローズドループ型送信ダイバーシチにおいても、優れた受信性能を維持しながら無線通信を行うことができる。

- 本発明の無線通信方法は、クローズドループ型の送信ダイバーシチの際に、通信端末装置は、アンテナ毎に基地局装置から送信された共通既知信号から求められたそれぞれのチャネル推定値を用いてフィードバック情報を算出し、そのフィードバック情報を前記基地局装置に送信し、前記基地局装置は、前記フィードバック情報に基づいて位相回転を付与した状態で通信チャネルを前記通信端末装置に送信し、前記通信端末装置は、前記フィードバック情報から前記位相回転を補正するような位相補正量を算出し、この位相補正量を用いて位相補正した後のチャネル推定値を用いて前記通信チャネル信号同期検波する。

- 20 本発明の無線通信方法は、クローズドループ型の送信ダイバーシチの際に、通信端末装置は、アンテナ毎に基地局装置から送信された共通既知信号から求められたそれぞれのチャネル推定値を用いてフィードバック情報を算出し、そのフィードバック情報を前記基地局装置に送信し、前記基地局装置は、前記フィードバック情報に基づいて位相回転を付与した状態で通信チャネルを前記通信端末装置に送信し、前記通信端末装置は、前記フィードバック情報から前記位相回転を補正するような位相補正量を算出し、この位相補正量を用いて位

相補正した後の前記通信チャネル信号からチャネル推定を行い、前記チャネル推定により得られたチャネル推定値を用いて前記通信チャネル信号を同期検波する。

- これらの方法によれば、クローズドループ型送信ダイバーシチにおいて、通信端末装置側で既知であるフィードバック情報を用いて、送信ダイバーシチの位相回転の影響を補償する補正値を算出し、この補正値に基づいて通信チャネルの受信信号を補正するので、正確なチャネル推定を行うことができ、優れた受信性能を発揮することができる。

- 本発明の無線通信方法は、クローズドループ型の送信ダイバーシチの際に、通信端末装置は、アンテナ毎に基地局装置から送信された共通既知信号から求められたそれぞれのチャネル推定値を用いてフィードバック情報を算出し、そのフィードバック情報を前記基地局装置に送信し、前記基地局装置は、前記フィードバック情報に基づいて位相回転を付与した状態で通信チャネルを前記通信端末装置に送信し、前記通信端末装置は、前記フィードバック情報から前記位相回転を補正するような位相補正量を算出し、前記通信チャネル信号及び前記位相補正量を用いて位相補正した後の前記通信チャネル信号の同期検波後の通信品質を測定し、測定された通信品質のうち良い通信チャネル信号を選択する。

- この方法によれば、位相補正を加えた場合と位相補正を加えなかった場合の通信チャネル信号両方で同期検波を行い、そのうち通信品質の良かったものを同期検波結果として採用するので、フィードバック情報が正しく基地局装置に到達しなかったときでも、正確なチャネル推定を行うことができ、優れた受信性能を発揮することができる。これにより、クローズドループ型送信ダイバーシチにおいて、より正確に優れた受信性能を発揮させることができる。

- 本発明の無線通信方法は、クローズドループ型の送信ダイバーシチの際に、通信端末装置は、アンテナ毎に基地局装置から送信された共通既知信号から求められたそれぞれのチャネル推定値を用いてフィードバック情報を算出し、そ

- のフィードバック情報を前記基地局装置に送信し、前記基地局装置は、前記フィードバック情報に基づいて位相回転を付与した状態で通信チャネルを前記通信端末装置に送信し、前記通信端末装置は、前記フィードバック情報から前記位相回転を補正するような複数の位相補正量を算出し、前記基地局装置から
- 5 送信された通信チャネル信号について前記複数の位相補正量で位相補正した後の前記通信チャネル信号の同期検波後の通信品質を測定し、測定された通信品質のうち良い通信チャネル信号を選択する。

- この方法によれば、クローズドループ型送信ダイバーシチで決められているすべての位相回転量に対応する位相補正值について総当たりで同期検波を行い、そのうち通信品質の良かったものを同期検波結果として採用するので、通信
- 10 端末装置側でフィードバック情報を保持しておく必要がない。これにより、クローズドループ型送信ダイバーシチにおける情報保持がなくなるので、通信端末装置におけるメモリを有効に利用することができる。

- 以上説明したように本発明によれば、クローズドループ型送信ダイバーシチ
- 15 において、通信端末装置側で既知であるフィードバック情報を用いて、送信ダイバーシチの位相回転の影響を補償する補正值を算出し、この補正值に基づいて通信チャネルの受信信号を補正するので、正確なチャネル推定を行うことができ、優れた受信性能を発揮することができる。

- 本明細書は、1999年12月6日出願の特願平11-346468に基づ
- 20 く。この内容はすべてここに含めておく。

産業上の利用可能性

本発明は、デジタル無線通信システム、特にDS-SSMAシステムにおける通信端末装置及び無線通信方法に適用することができる。

請求の範囲

1. クローズドループ型の送信ダイバーシチの際に、アンテナ毎に基地局装置から送信された共通既知信号から求められたそれぞれの第1チャンネル推定値を用いてフィードバック情報を算出するフィードバック情報算出手段と、前記
- 5 フィードバック情報に基づいて、前記送信ダイバーシチ時に前記基地局装置で通信チャンネル信号に付与した位相回転を補正するような位相補正量を算出する位相補正量算出手段と、通信チャンネル信号から求められたチャンネル推定値に対して前記位相補正量を用いて位相補正した後の第2チャンネル推定値を用いて前記通信チャンネル信号を同期検波する同期検波手段と、を具備する通信端末
- 10 装置。
2. クローズドループ型の送信ダイバーシチの際に、アンテナ毎に基地局装置から送信された共通既知信号から求められたそれぞれの第1チャンネル推定値を用いてフィードバック情報を算出するフィードバック情報算出手段と、前記
- 15 フィードバック情報に基づいて、前記送信ダイバーシチ時に前記基地局装置で通信チャンネル信号に付与した位相回転を補正するような位相補正量を算出する位相補正量算出手段と、前記位相補正量を用いて位相補正した後の前記通信チャンネル信号からチャンネル推定を行うチャンネル推定手段と、前記チャンネル推定により得られた第2チャンネル推定値を用いて前記通信チャンネル信号を同期検波する同期検波手段と、を具備する通信端末装置。
- 20 3. 前記第2チャンネル推定値を複数スロットにわたって重み付け平均化する重み付け平均化手段を具備し、重み付け平均したチャンネル推定値で同期検波する請求項1記載の通信端末装置。
4. クローズドループ型の送信ダイバーシチの際に、アンテナ毎に基地局装置から送信された共通既知信号から求められたそれぞれのチャンネル推定値を用
- 25 いてフィードバック情報を算出するフィードバック情報算出手段と、前記フィードバック情報に基づいて、前記クローズドループ型送信ダイバーシチにおいて前記基地局装置で通信チャンネル信号に付与した位相回転を補正するような

位相補正量を算出する位相補正量算出手段と、前記通信チャネル信号及び前記位相補正量を用いて位相補正した後の前記通信チャネル信号の同期検波後の通信品質を測定する通信品質測定手段と、測定された通信品質のうち良い通信チャネル信号を選択する選択手段と、を具備する通信端末装置。

- 5 5. クローズドループ型の送信ダイバーシチにおける位相回転量から、前記クローズドループ型の送信ダイバーシチにおいて前記基地局装置で通信チャネル信号に付与した位相回転を補正するように複数の位相補正量を算出する位相補正量算出手段と、前記基地局装置から送信された通信チャネル信号について前記複数の位相補正量で位相補正した後の前記通信チャネル信号の同期検波後の通信品質を測定する通信品質測定手段と、測定された通信品質のうち良い通信チャネル信号を選択する選択手段と、を具備する通信端末装置。

- 10 6. クローズドループ型送信ダイバーシチにおいて規定されている位相回転量毎に、各位相回転が付与された通信チャネル信号を受信した際の各位相予測値を求める位相予測値算出手段と、受信した通信チャネル信号からチャンネル推定値を求めるチャンネル推定手段と、前記チャンネル推定値の位相と前記各位相予測値との間の各角度差を求め、各角度差のうち最も尤度が高い角度差に対応する位相予測値に基づいて位相補正值を算出する位相補正量算出手段と、を具備する通信端末装置。

- 15 7. 基地局装置に送信するフィードバック情報に応じて前記尤度に重み付けを行う請求項 6 記載の通信端末装置。

8. 通信端末装置と無線通信を行う基地局装置であって、前記通信端末装置は、クローズドループ型の送信ダイバーシチの際に、アンテナ毎に基地局装置から送信された共通既知信号から求められたそれぞれの第 1 チャンネル推定値を用いてフィードバック情報を算出するフィードバック情報算出手段と、前記フィードバック情報に基づいて、前記送信ダイバーシチ時に前記基地局装置で通信チャネル信号に付与した位相回転を補正するような位相補正量を算出する位相補正量算出手段と、通信チャネル信号から求められたチャンネル推定値に対し
- 25

て前記位相補正量を用いて位相補正した後の第2チャンネル推定値を用いて前記通信チャンネル信号を同期検波する同期検波手段と、を具備する。

9. クローズドループ型の送信ダイバーシチの際に、通信端末装置は、アンテナ毎に基地局装置から送信された共通既知信号から求められたそれぞれのチャンネル推定値を用いてフィードバック情報を算出し、そのフィードバック情報を前記基地局装置に送信し、前記基地局装置は、前記フィードバック情報に基づいて位相回転を付与した状態で通信チャンネルを前記通信端末装置に送信し、前記通信端末装置は、前記フィードバック情報から前記位相回転を補正するような位相補正量を算出し、この位相補正量を用いて位相補正した後のチャンネル推定値を用いて前記通信チャンネル信号同期検波する無線通信方法。

10. クローズドループ型の送信ダイバーシチの際に、通信端末装置は、アンテナ毎に基地局装置から送信された共通既知信号から求められたそれぞれのチャンネル推定値を用いてフィードバック情報を算出し、そのフィードバック情報を前記基地局装置に送信し、前記基地局装置は、前記フィードバック情報に基づいて位相回転を付与した状態で通信チャンネルを前記通信端末装置に送信し、前記通信端末装置は、前記フィードバック情報から前記位相回転を補正するような位相補正量を算出し、この位相補正量を用いて位相補正した後の前記通信チャンネル信号からチャンネル推定を行い、前記チャンネル推定により得られたチャンネル推定値を用いて前記通信チャンネル信号を同期検波する無線通信方法。

- 20 11. クローズドループ型の送信ダイバーシチの際に、通信端末装置は、アンテナ毎に基地局装置から送信された共通既知信号から求められたそれぞれのチャンネル推定値を用いてフィードバック情報を算出し、そのフィードバック情報を前記基地局装置に送信し、前記基地局装置は、前記フィードバック情報に基づいて位相回転を付与した状態で通信チャンネルを前記通信端末装置に送信し、前記通信端末装置は、前記フィードバック情報から前記位相回転を補正するような位相補正量を算出し、前記通信チャンネル信号及び前記位相補正量を用いて位相補正した後の前記通信チャンネル信号の同期検波後の通信品質を測定

- し、測定された通信品質のうち良い通信チャネル信号を選択する無線通信方法。
12. クローズドループ型の送信ダイバーシチの際に、通信端末装置は、アンテナ毎に基地局装置から送信された共通既知信号から求められたそれぞれのチャネル推定値を用いてフィードバック情報を算出し、そのフィードバック情報
- 5 報を前記基地局装置に送信し、前記基地局装置は、前記フィードバック情報に基づいて位相回転を付与した状態で通信チャネルを前記通信端末装置に送信し、前記通信端末装置は、前記フィードバック情報から前記位相回転を補正するような複数の位相補正量を算出し、前記基地局装置から送信された通信チャネル信号について前記複数の位相補正量で位相補正した後の前記通信チャネ
- 10 ル信号の同期検波後の通信品質を測定し、測定された通信品質のうち良い通信チャネル信号を選択する無線通信方法。

1/9

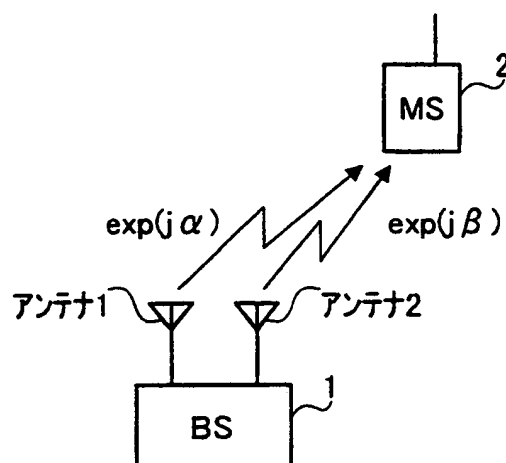


図 1

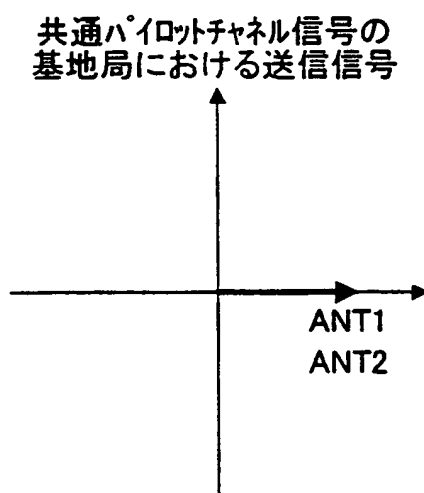


図 2

2/9

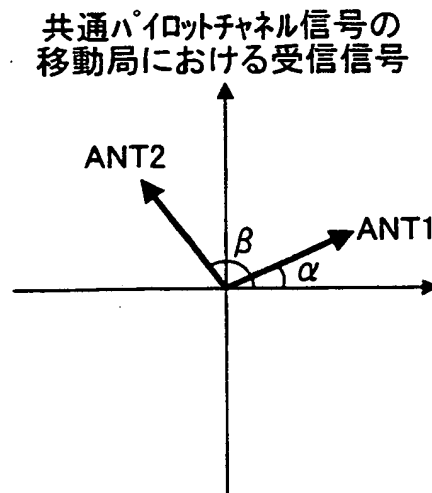


図 3

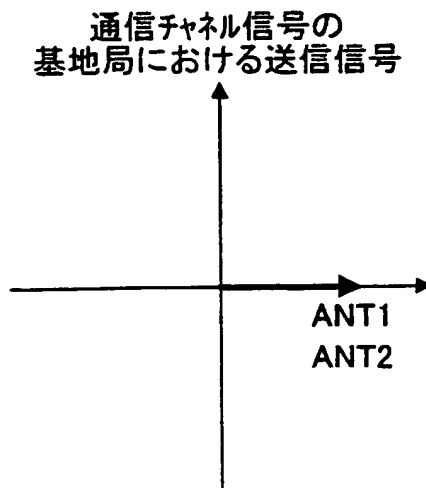


図 4

3/9

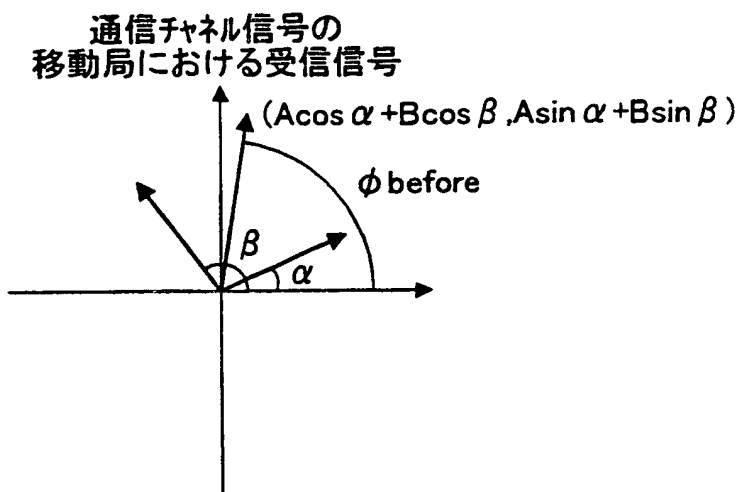


図 5

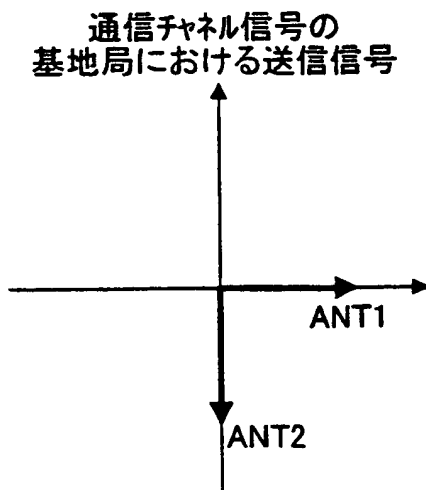


図 6

4/9

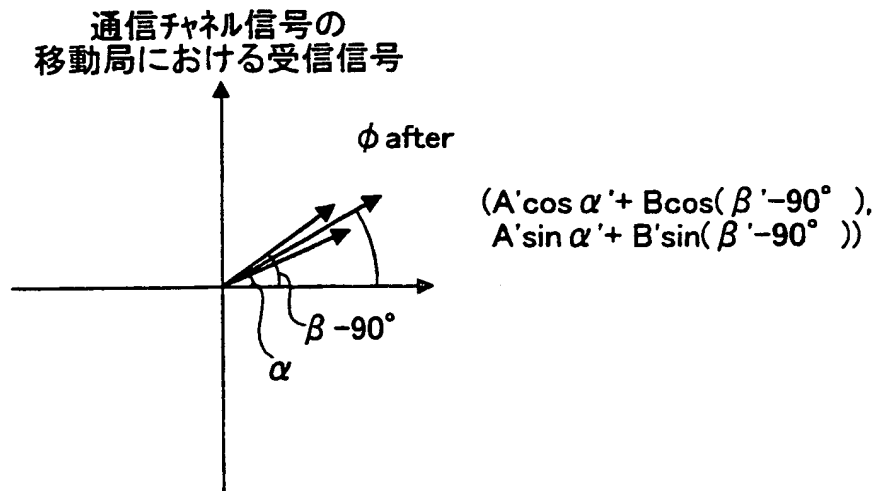


図 7

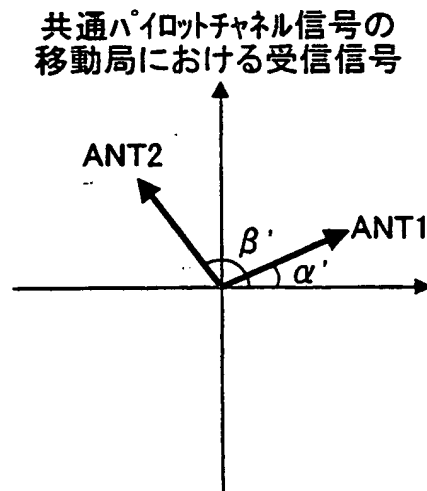


図 8

5/9

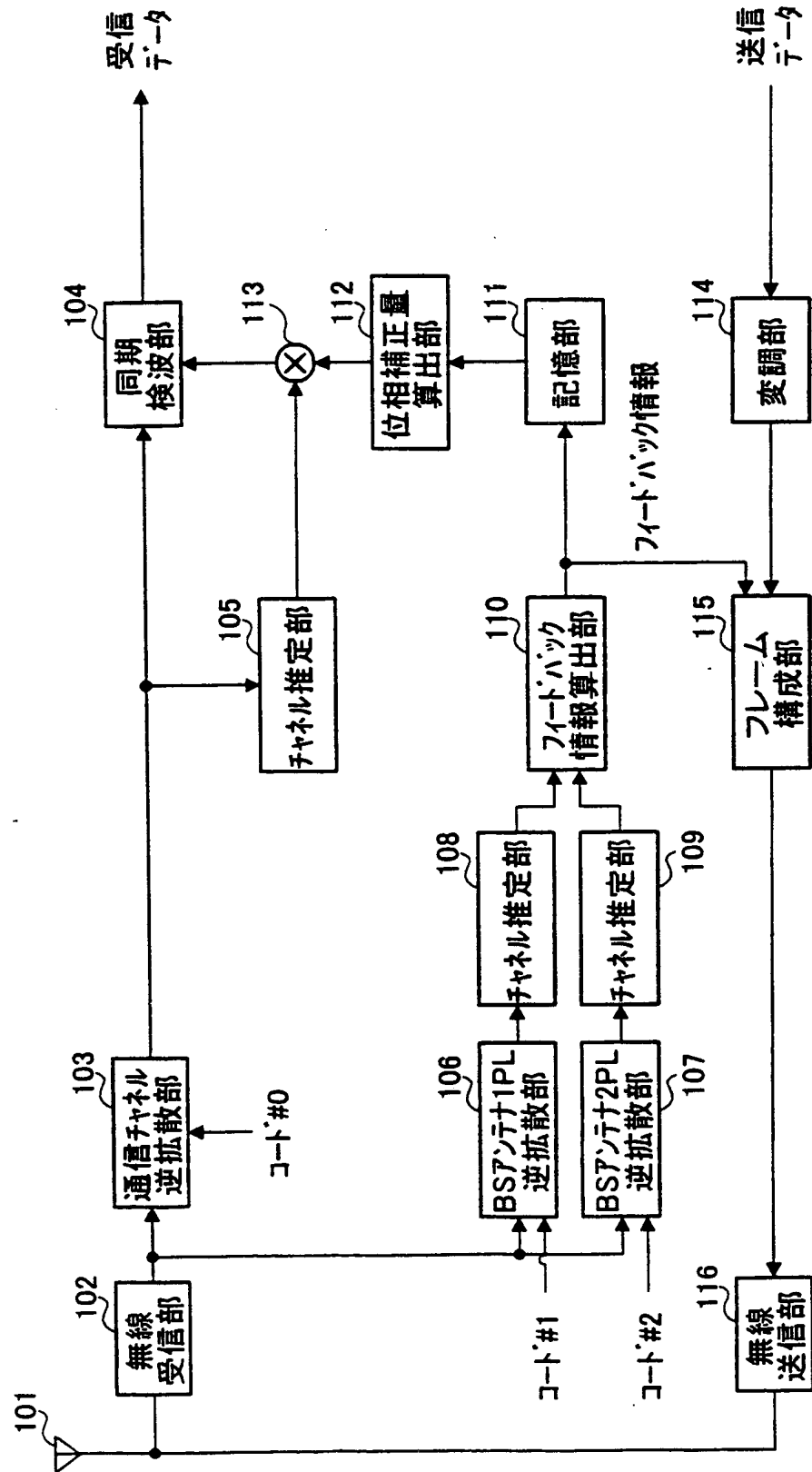


図 9

6/9

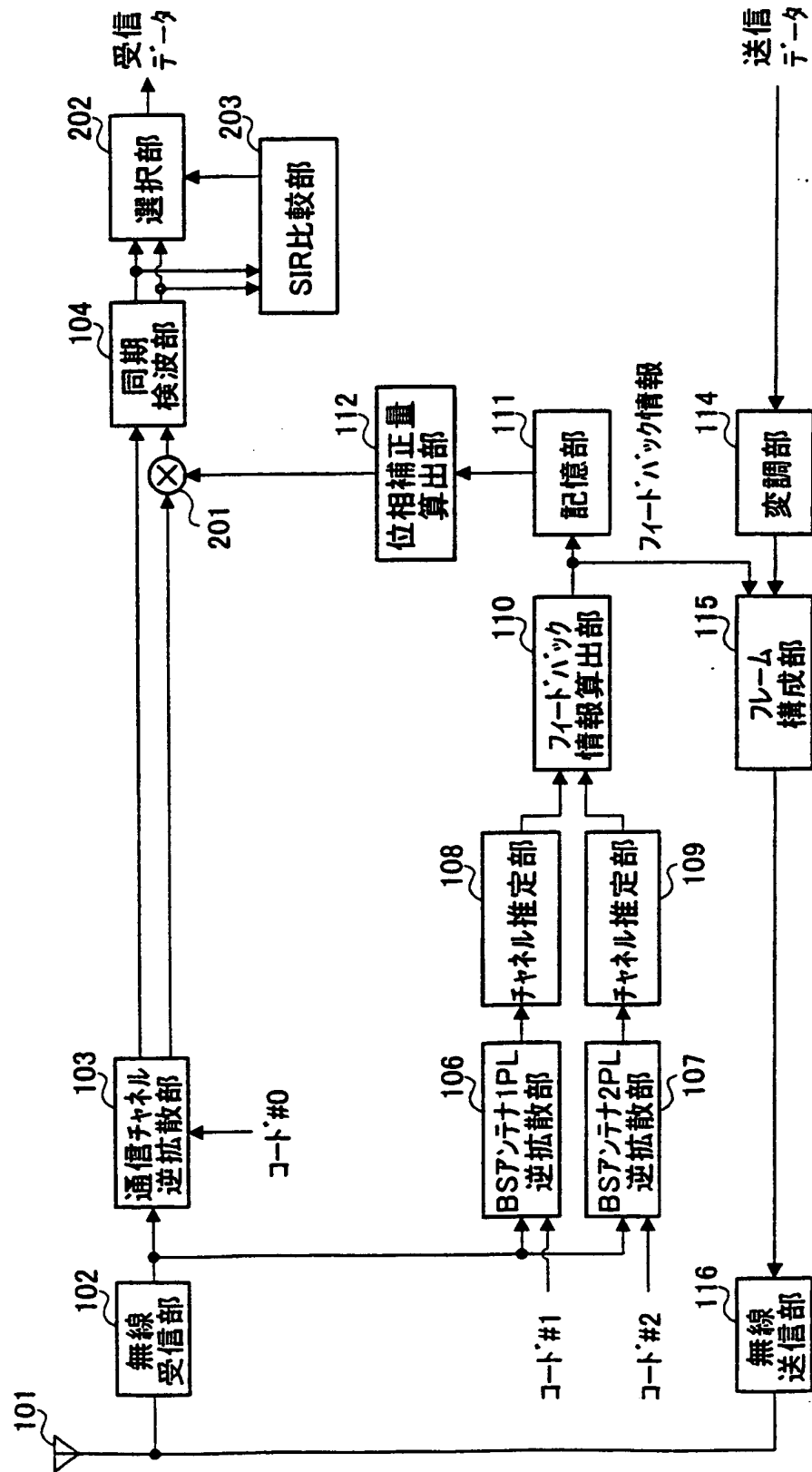


図 10

7/9

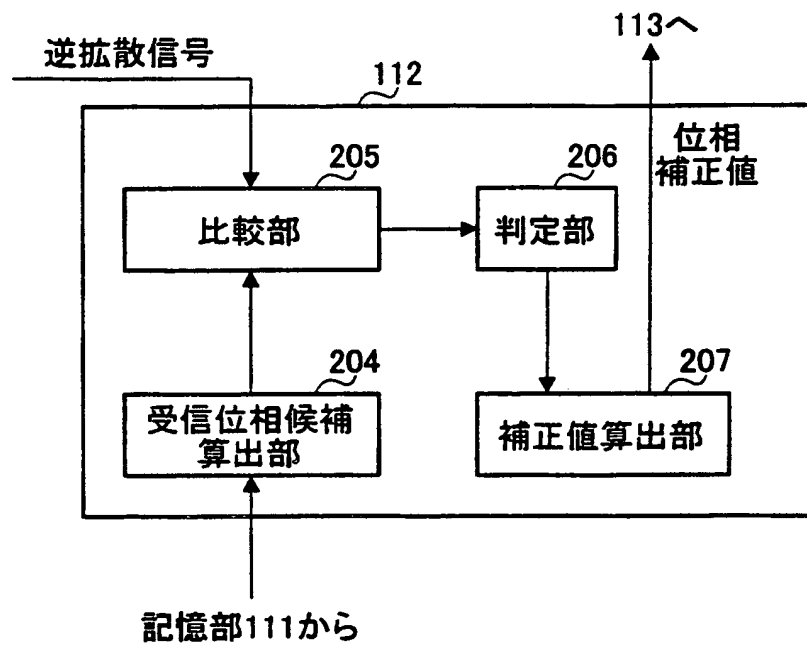


図 11

8/9

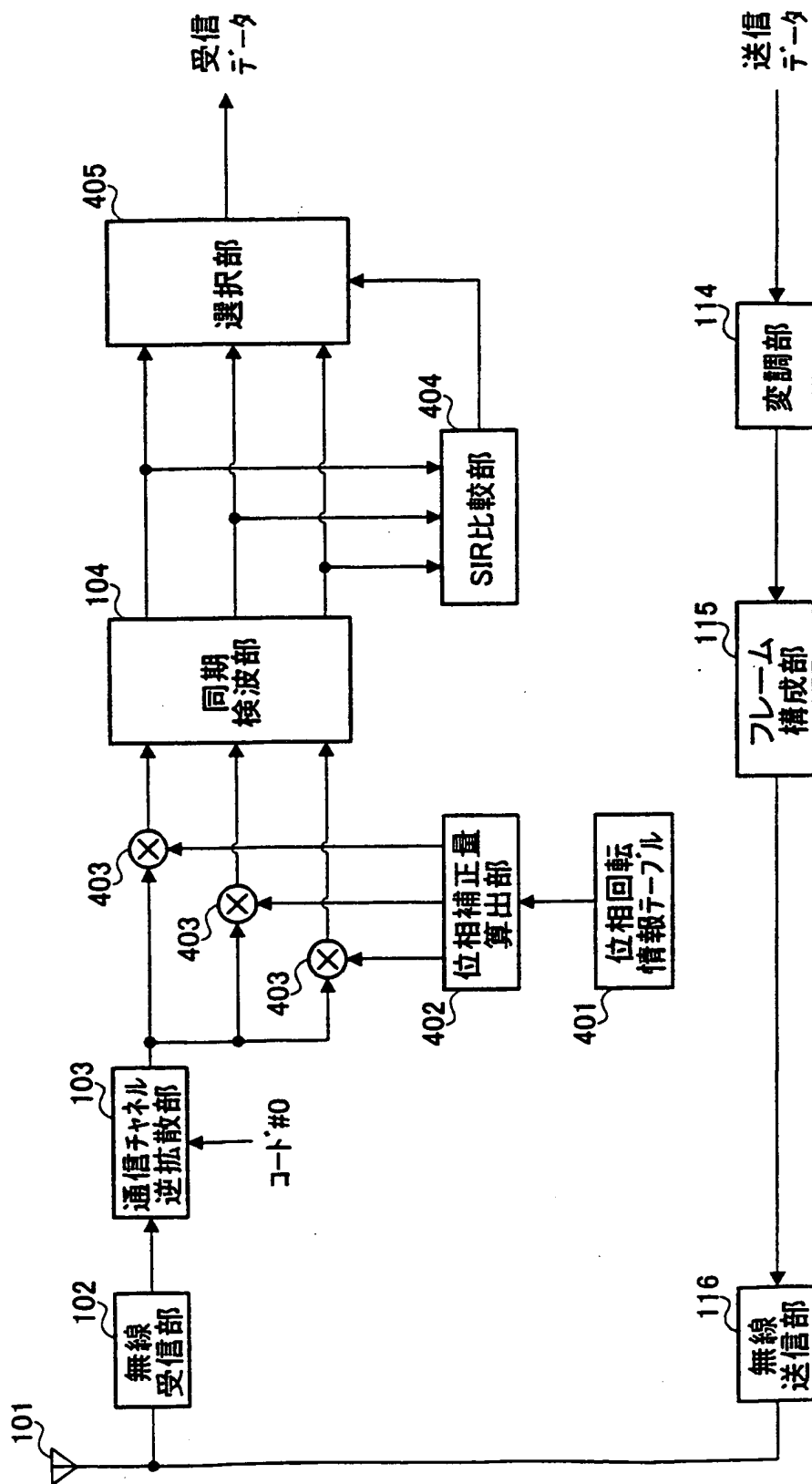


図 12

9/9

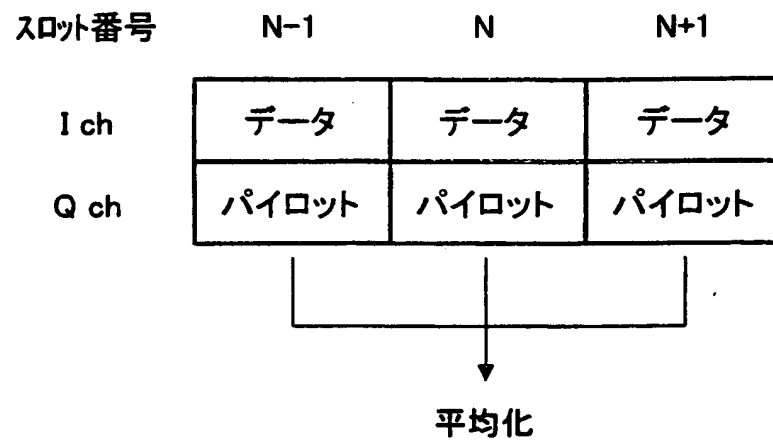


図 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/08151

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl.⁷ H04B 7/06, 7/08, 7/26
H04J13/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H04J1/00-1/20, 4/00-15/00
H04B7/00, 7/02-7/12, 7/24-7/26
H04Q7/00-7/38 H04L1/02-1/06, 5/00-5/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A | JP, 5-300059, A (NEC Corporation), 12 November, 1993 (12.11.93) (Family: none) | 1-12 |
| A | JP, 4-150113, A (NEC Corporation), 22 May, 1992 (22.05.92) (Family: none) | 1-12 |
| A | JP, 3-201629, A (Toshiba Corporation), 03 September, 1991 (03.09.91) (Family: none) | 1-12 |
| A | JP, 61-69224, A (Fujitsu Limited), 09 April, 1986 (09.04.86) (Family: none) | 1-12 |
| A | JP, 58-87928, A (Nippon Telegr. & Teleph. Corp. <NTT>), 25 May, 1983 (25.05.83) (Family: none) | 1-12 |
| A | JP, 58-77348, A (NEC Corporation), 10 May, 1983 (10.05.83) (Family: none) | 1-12 |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 February, 2001 (07.02.01)

Date of mailing of the international search report
20 February, 2001 (20.02.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ H04B 7/06, 7/08, 7/26
H04J13/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl.⁷ H04J1/00-1/20, 4/00-15/00
H04B7/00, 7/02-7/12, 7/24-7/26
H04Q7/00-7/38 H04L1/02-1/06, 5/00-5/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2001年
日本国登録実用新案公報 1994-2001年
日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
|-----------------|---|------------------|
| A | JP, 5-300059, A (日本電気株式会社) 12. 11月. 1993 (12. 11. 93) (ファミリーなし) | 1-12 |
| A | JP, 4-150113, A (日本電気株式会社) 22. 5月. 1992 (22. 05. 92) (ファミリーなし) | 1-12 |

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

07. 02. 01

国際調査報告の発送日

20.02.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

徳田 賢二

5J

9654

電話番号 03-3581-1101 内線 3534

| C (続き) . 関連すると認められる文献 | | |
|-----------------------|--|------------------|
| 引用文献の カテゴリー* | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示 | 関連する 請求の範囲の番号 |
| A | JP, 3-201629, A (株式会社東芝) 3. 9月. 1991 (03. 09. 91) (ファミリーなし) | 1-12 |
| A | JP, 61-69224, A (富士通株式会社) 9. 4月. 1986 (09. 04. 86) (ファミリーなし) | 1-12 |
| A | JP, 58-87928, A (日本電信電話公社) 25. 5月. 1983 (25. 05. 83) (ファミリーなし) | 1-12 |
| A | JP, 58-77348, A (日本電気株式会社) 10. 5月. 1983 (10. 05. 83) (ファミリーなし) | 1-12 |

This Page Blank (uspto)

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) Publication number:

0 156 596
A2

(12)

EUROPEAN PATENT APPLICATION

(21) Application number: 85301781.2

(51) Int. Cl.⁴: **C 13 F 1/02**
C 13 K 1/10

(22) Date of filing: 14.03.85

(30) Priority: 15.03.84 GB 8406734

(43) Date of publication of application:
02.10.85 Bulletin 85/40

(84) Designated Contracting States:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

(71) Applicant: **TATE & LYLE PUBLIC LIMITED COMPANY**
Sugar Quay Lower Thames Street
London, EC3R 6DQ(GB)

(72) Inventor: **Shukla, Dipak Prabhul**
48, Northumberland Avenue
Reading Berkshire(GB)

(72) Inventor: **Sinclair, Keith**
Xanadu 16, Nursery Road
Paddock Wood Kent(GB)

(72) Inventor: **Smith, Kevin Alan**
17, Coppice Road Woodley
Reading Berkshire(GB)

(74) Representative: **Ablewhite, Alan James et al,**
MARKS & CLERK 57/60 Lincoln's Inn Fields
London WC2A 3LS(GB)

(64) Crystallisation of sugars.

(67) Sugar (sucrose or glucose) is crystallised by passing a hot supersaturated syrup to a continuous screw extruder such that progressive nucleation of the syrup is induced during a mean residence time of below 25 seconds and then discharging the nucleated syrup onto a surface, e.g. a conveyor belt, to crystallise without agitation.

EP U 156 596 A2

TITLE MODIFIED

0156596

see front page

1

M&C FOLIO: 230P47009

WANGDOC: 0013p

SUGAR PROCESS

This invention relates to the crystallisation of sugars (sucrose and glucose) by the process generally known as "transformation".

5 The conventional process for producing crystalline sucrose involves charging a hot, concentrated syrup into pans, drawing a vacuum over the pans and evaporating a proportion of the water from the syrup. A portion of the sugar then crystallises out and is separated,
10 generally by a centrifuge. The mother liquor is then recycled and reboiled to produce another crop of sugar crystals. This process may be repeated a number of times. Although an extremely pure sugar is produced in the first crop, subsequent crops are of decreasing
15 purity. Moreover the process is very slow and complex and has other disadvantages, in particular that it can generally only be operated in a batchwise fashion.

 Other processes have been proposed and operated which are based on the phenomenon known as
20 transformation. In transformation, a supersaturated syrup is nucleated and then crystallized under conditions where the heat evolved in the exothermic crystallisation boils off the remaining water to give a

substantially dry crystalline product. Commercially viable processes of this type loosely fall into two categories which are typified by the following two patented processes.

- 5 British Patent Specification No.1 460 614 and U.S. Patent Specification No.3 972 725 (Tate & Lyle Limited) describe a continuous process in which the syrup is catastrophically nucleated and immediately discharged into a crystallisation zone. The catastrophic
- 10 nucleation is achieved by submitting the syrup to a shear force having a velocity gradient of at least 5,000 cm/sec/cm, more generally at least 10,000 or even 20,000 cm/sec/cm. Such shear force can be applied by apparatus in the form of a colloid mill or homogeniser
- 15 in which the residence time is extremely short, e.g. from 0.0001 to 0.5 second. The emerging syrup is then crystallised, usually on a moving band, where the water boils off maintaining the crystallising material at a relatively constant temperature and yielding a
- 20 substantially dry product. A related process is described in British Patent Specification 2070015B and U.S. Patent Specification 4 342 603 (Tate & Lyle Public Limited Company), applied to the crystallisation of glucose. As in the previously mentioned patent, a
- 25 supersaturated syrup, in this case at least 65% supersaturated and of solids content greater than 95%, is subjected to a substantially instantaneous shear

force and then allowed to crystallise on a belt. As before, the velocity gradient during shear is about 8000 to 30,000 cm/sec/cm in a colloid mill or upto about 3,000 cm/sec/cm using a restricted nozzle. The product
5 is a dry microcrystalline glucose material containing at least 70% by weight of glucose in the β -form.

Both of these processes have proved extremely successful, but one problem can arise with them: because the nucleation is completed in such a short
10 time, it is sometimes difficult to control the process to prevent rapid crystallisation blocking the outlet from the nucleation zone.

U.S. Patent Specification No.3 365 331 (Miller, assigned to the American Sugar Company) and U.S. Patent
15 Specifications 4 338 350 & 4 362 757 (Amstar) describe a transformation process for sucrose involving impact beating of the concentrated sucrose syrup with full crystallisation in the same beating zone. The process involves the use of a "beater crystalliser" such as the
20 so-called Turbulizer manufactured by the Strong-Scott Manufacturing Company, Minneapolis, U.S.A. The apparatus consists of a cylinder provided with rotating blades or paddles which are run at sufficient speed to "impact" the syrup rather than just stir it. In order
25 to prevent overheating of the syrup, and to carry away water vapour, a forced gas flow is provided. In this

process the shearing and beating is carried out throughout the crystallisation period, so that the product emerging from the apparatus is a solidified crystalline material. Naturally, the process involves the input of considerable amounts of energy and has problems related to temperature control. However, as described in U.S. 3 365 331 (column 9), the incorporation of "other additive materials which may have a food value or a taste value or a colour value or a medicinal value and the like" is described and this process does lend itself to the addition of such materials during the transformation step.

This is in contrast to the instantaneous nucleation type of process, e.g. using a colloid mill, where it is difficult to incorporate other additive materials which are particulate, for example milled nuts and cocoa.

Similarly, glucose has been crystallised by continuous working and kneading. US Patent Specification No. 3,197,338 of Hurst et al., assigned to A.E. Staley Manufacturing Company discloses a process in which a glucose syrup is crystallised in a mixer or blender such as the Ko-Kneader manufactured in USA by the Baker-Perkins Company which comprises a single reciprocating worm screw and fixed projections on the machine casing. Typically the syrup is kneaded for several minutes, with cooling, to induce nucleation and

subsequent crystallisation of the glucose. The emerging partially crystalline material is then rapidly cooled on a belt to prevent degradation and further crystallisation, the remaining molten syrup setting as a solid glass. The material is then ground to the required size but contains only about 50 - 70% crystalline glucose.

Another glucose crystallisation process is disclosed and claimed in GB 2077270B of CPC International Inc. In this process, starch hydrolysate is concentrated to about 92-99% solids and is then simultaneously crushed and mixed while it crystallises while cooling. Residence times in the shearing and crushing machine are on average about 2 to 3 minutes although times of up to 1 hour are mentioned during the whole of which time the material is being ground and mixed until a particulate crystalline mass is obtained. The product is then further milled.

These processes are closely related to the above-mentioned sucrose crystallisation process of US Patent 3 365 331, since they all involve the continuous beating, crushing or kneading of the mass during the whole of the crystallisation which occurs, over a period of several minutes, and also the since they need to control the temperature during the beating process.

There remains a need for a rapid, easy to control crystallisation process which does not involve high energy inputs, but which can be run continuously rather than in a batch-wise mode and which enables the
5 incorporation of ingredients such as nut products and cocoa..

In developing the process of British Patent No.1 460 614, the Nicol process, we have attempted to overcome the disadvantages mentioned above. A review of
10 the art suggested that these two above-mentioned types of process represent the only effective possibilities. With the Nicol process it appeared to be essential to have catastrophic nucleation, i.e. to nucleate the syrup as fast as possible and to discharge it from the
15 restricted nucleation zone virtually instantaneously, in order to prevent overheating and hence sugar degradation and blockage caused by solidification. Conversely, gradual nucleation and crystallisation in the form adopted by the American Sugar Co.(Miller) process meant
20 that the mixture must be kept moving throughout the process to prevent it setting solid in the equipment, and thus involved vigorous impact beating and cooling. It thus appeared impossible to "slow down" the Nicol process without implementing the beating and cooling
25 techniques of the Miller process.

However, we have surprisingly now found that a more controlled, progressive nucleation can be effected by the use of certain types of apparatus which still enable the nucleated syrup to be discharged before substantial crystallisation has occurred, but at the same time permit the addition of extra materials.

According to this invention we provide a process for the crystallisation of sucrose or glucose from a supersaturated sugar syrup in which the syrup is subjected to shear in an uncooled nucleation zone to induce nucleation of the syrup, the syrup is discharged from said nucleation zone before substantial crystallisation has taken place, and the syrup is thereafter allowed to crystallize without agitation, characterized in that shear is provided by a continuous screw extruder such that progressive nucleation of the syrup is induced, the syrup having an average retention time therein of below 25 seconds at a temperature of 115 to 145 °C for sucrose and 100 - 135°C for glucose.

By the term continuous screw extruder, we mean a mixing and milling machine of the type having one or more, preferably two, rotating screw members (Archimedean screws) of constant or varied pitch. In these mixers, the incoming material is entrained and

compressed in the spaces between the screw blades and the casing and, in the case of a twin screw machine, between the two intermeshing screw blades. The pitches of two screws may be in parallel or opposed, depending on whether the screws co-rotate or counter-rotate, both versions being well known in the plastics milling field. For example, these machines are used to mill P.V.C before extrusion. Typical machines are produced by Baker Perkins and include the GP, MP and MPF series. Other suppliers of this type of equipment include Werner & Pfleiderer, Stuttgart, and Le Creusot, Loire. One particularly preferred type of extruder has a twin screw system with two side-by-side screws co-rotating and intermeshing in a "barrel". The screws each comprise a longitudinal shaft (e.g. of 10:1 to 15:1 length : diameter) on which are disposed sections of screw, for example of about 25 mm pitch and 50 mm diameter, and sections of unpitched perpendicular "blades" or 'lens'-shaped agitators arranged to cooperate in pairs, one on each shaft. These blades are generally a pointed oval in shape, centred on the shaft, and may be, for example, about 12-13 mm thick and 50 mm in diameter. A twin-screw system is preferred for various reasons. The heat-transfer is better as all the material is continuously moved from the interior between the shafts to the exterior (i.e. the inner barrel surface), thus leading to a more consistent internal

temperature. The transport is by positive displacement and does not rely on viscous friction between the blades and barrel and the material. The power consumption is about half that required for a single screw system, typically 400-600 kJ/kg as opposed to 900-1500 kJ/kg. Furthermore the power is dissipated in many small shear forces rather than in large shear forces, thus aiding the rapid nucleation required.

The Baker Perkins MPF50D, for example has a shaft diameter of 50mm, an overall passage length of about 750mm and has various entry ports along its length. The drive motor is located at the end away from which the contents travel. Conveniently the syrup is pumped in through a port about 340 mm along and other additives are added through ports 600mm or 720mm along. Water vapour can be removed from a port near the motor end, e.g. about 90mm along.

A machine of this type, operating at a typical rotation speed of 100 to 500, e.g. about 300 to 400, rev.min.⁻¹ can provide a sufficient nucleation in a mean retention time for the syrup of below 25 seconds, typically below 15, e.g. 2-11, seconds.

Having passed through a shear zone where it negotiates the interstices of the screws and blades or

agitators of the extruder, the syrup then passes onto a moving band, optionally after first passing through a relatively quiescent, non-agitated zone of the extruder during which no further nucleation occurs but
5 crystallisation of the nucleated syrup commences.

We find that under these conditions, the supersaturated syrup is sufficiently thoroughly and uniformly nucleated to crystallise rapidly and substantially completely on being discharged onto a moving band, but not so fast that substantial
10 crystallisation has occurred before the syrup is discharged.

The feedstock for the process should be a supersaturated sucrose syrup, typically of 90-95° Brix. Naturally, the lower the water content of the syrup, the
15 easier it is to obtain a dry product, although the water content of the final product can be largely controlled by the degree of boiling occurring in the crystallising material discharged from the nucleation zone. With a syrup of the above concentration, working at a
20 temperature of 125-150°C, it is possible to obtain a dry, friable solid with an open structure and having a moisture content of about 4% by weight. Alternatively a supersaturated glucose syrup, typically 95-99° Brix, can be used. With glucose little water is lost during the

actual crystallisation. Further moisture can be removed from either product by the use of means, e.g. a conventional rotary drier, if desired.

As explained above, the crystallisation occurs
5 outside the nucleation zone, and preferably on a moving band. We have found that, especially with sucrose, the loading of the band is important as it is necessary for the heat losses by radiation and conduction to be balanced by the exothermic crystallisation such that the
10 temperature of the material on the belt does not fall below a certain critical temperature depending on the quality and concentration of the syrup. In a process of this type, complete crystallisation occurs by virtue of the fact that the water is driven off. It is thus
15 important that the temperature of the crystallising magma does not drop below the boiling point of the water in the syrup. In fact, under optimum conditions, the crystallising magma becomes agitated by the boiling water vapor escaping from the solidifying mass.

20 The nucleated syrup leaving the nucleation zone is a creamy frothy liquid and is conveniently discharged directly onto a moving belt, in particular a rubber or steel band. Under such circumstances the loading on the belt is preferably from 6 to 15 kg m⁻², most
25 preferably about 10 kg m⁻². Crystallisation of the

solidifying magma occurs during a period of about 0.5 to 10 minutes, preferably about 2 to 3 minutes, after which the product is a friable solid of open structure and, in the case of sucrose, the majority of the residual
5 moisture has been driven off. A further period on the belt allows for cooling and hardening of the material. In order that the crystallisation proceeds rapidly and thoroughly, it is important that the syrup/magma is not allowed to cool too rapidly: certainly no actual
10 cooling steps should be taken. Cooling during the crystallisation, in fact, halts crystallisation and leads to a glassy, less-crystalline product.

The product obtained from the band can be easily granulated to a required particle size and further dried
15 to give a free-flowing sugar product which is granular and which can readily be dispersed and dissolved in water. It has, however, an attractive crunchy texture, particularly suited for use in confectionery, e.g. in chocolate bars. Other ingredients may then be combined
20 with the product at this stage, in addition to or instead of the addition of ingredients to the syrup in the extruder.

Alternatively, the cake on the band may be cut or formed into shapes, e.g. confectionery bars, suitable
25 for coating with chocolate etc.

As indicated above, it is an advantage of the process according to this invention, that other ingredients can be incorporated in the syrup being nucleated, so as to provide a granular sugar product containing the said ingredient. Typical ingredients include finely ground or chopped nuts including peanut puree, cocoa and chocolate products, bran, fruit flavourings, pectin, malt and so on. In general, the other ingredient may be added at any level up to about 50-65% by weight, preferably up to about 40-45% by weight. Alternatively, even higher amounts might be added to produce a different type of product in which the sugar is a minor, evenly dispersed component in an overall agglomeration. Alternatively, or in addition, it is desirable to add finely divided sugar, for example the 'fines' obtained after granulation and sieving of the product of the process. This material might act as additional seed for the crystallisation, but nevertheless its addition does not cause any increase in the degree of crystallisation of the emerging slurry: that is to say, the degree of crystallinity is effectively equal to the proportion of the added crystalline sugar. For example, a particulate material below about 710 μ can be separated from the granulated product and returned to the extruder at a level of, say, 10-30% or even up to 50% by weight.

According to a further feature of the present invention there is provided apparatus for producing crystalline sugar comprising means, including an evaporator, for supplying supersaturated syrup at the stated temperature, arranged to supply the syrup to a preferably twin-screw extruder and a conveyor belt arranged to collect crystallising syrup emerging from the extruder and to convey it at a substantially constant temperature while crystallisation proceeds.

The following examples illustrate the invention further.

Example 1

A sugar syrup containing 85-87% sucrose was evaporated to a supersaturated syrup of about 93° Brix at about 130-145°C, typically about 138°C. The syrup was then pumped to a Baker Perkins MP50 twin-screw extruder with co-rotating screws of a 15:1 length:diameter ratio and 50 mm diameter and shaft-driven agitators and screws. The flow rate was adjusted so that the syrup was nucleated and beginning to crystallise as it emerged from the agitation zone (residence time about 2-8 seconds). It was then led directly onto a moving steel band and allowed to

crystallise without substantial temperature drop. Water
boiled off during the period on the band. The
solidified crystalline mass was then cooled and broken
up and granulated. A friable, "crunchy" product was
5 obtained.

Example 2

Dextrose monohydrate was dissolved in water to give
a 40% solids solution. This was evaporated to about
97.5% solids in two continuous stages by using plate
10 heat exchangers and vacuum separators. A liquor
temperature of 87°C at 83% solids was obtained at the
first stage. A liquor temperature of around 107°C at
97.8% solids was obtained at the second stage. The
evaporated liquor was pumped continuously into the
15 extruder used in Example 1 where it was continuously
agitated and discharged, onto a moving band where
crystallisation occurred within 4-6 minutes. The
residence time in the extruder at a discharge flow rate
of 1.0 kg/min was between 3-15 seconds with a screw
20 rotation speed of 300 rev.min^{-1} . The product
contained 2.2% water and was at least 75% crystalline.
It was broken up into pieces and granulated.

Example 3

The process of Example 1 was modified as follows. Bran was fed to the first inlet port on the mixer (furthest from discharge end) by means of a screwfeeder. The bran feed rate was varied to give the desired level (20% by weight). The evaporated sucrose liquor was discharged at 131°C into the second inlet port on the mixer. The bran and sucrose were mixed, blended and agitated while being conveyed to the discharge end of the mixer, the residence time being between 3 and 15 seconds. The mix was discharged onto a moving band at 124°C with an initial moisture content of 6.3%. Crystallisation on the band produced a cake within 3-6 minutes which was then granulated through a 5 mm screen. The product had a moisture content of 4.2%, owing to water loss on the band. The granulated material was then rotary dried and sieved to a 1-2.5mm size, to give a final moisture content of 2.1%.

Example 4 Raw Sugar

A 67% solution of raw sugar and water was evaporated up to 83% solids. This syrup was then evaporated and heated to 137.8°C by passing through a plate heat exchanger, before being discharged into the extruder port situated 34cm from the motor end. The water vapour was removed from the extruder at a port situated 9cm from the motor end, leaving a sugar syrup between 90 and

95% solids. The extruder was run at 400 rev.min^{-1} to discharge a foamy syrup onto a moving crystallisation belt at a rate of 88kg/hr. The syrup rapidly transformed and was granulated after 3 minutes. The product was put through a rotary drier and classified. The moisture content of the product was 1.9%.

Example 5 Raw Sugar and Bran

A 67% solution of raw sugar and water was evaporated up to 83% solids. This syrup was evaporated and heated to 138.9°C by passing through a plate heat exchanger, before being discharged into the extruder port situated 34cm from the motor end. The water vapour was removed from the extruder at a port situated 9cm from the motor end, leaving a sugar syrup of between 90 and 95% solids. A single screw solids feeder fitted perpendicularly to the extruder at a side port 60cm from the motor metered in bran at a rate of 37.7kg/hr. The extruder was run at 400 rev.min^{-1} discharging the sugar and bran mixture onto the moving conveyor band, where it foamed and the sugar crystallised. The material was granulated after 2 minutes, rotary dried and classified. The product was free-flowing and crunchy with a bran content of 30% and a moisture content of 2.6%.

Example 6 Cocoa

A sucrose liquor containing not more than 0.3% invert and 0.13% ash at 67% sucrose solids was evaporated up to 83% solids. This syrup was evaporated and heated to 135.3°C by passing through a plate heat exchanger, before being discharged into the extruder port situated 34cm from the motor end. The water vapour was removed from the extruder at a port situated 9cm from the motor end, leaving sugar syrup of between 90 and 95% solids. A single screw solids feeder fitted perpendicularly to the extruder at a side port 60cm from the motor metered in cocoa at a rate of 22 kg/hr. The extruder was run at 400 rev.min⁻¹ discharging the sugar and cocoa mixture onto the moving conveyor band, where it foamed and the sugar crystallised. The material was granulated after 2 minutes, rotary dried and classified. The product was free-flowing and crunchy with a cocoa content of 18% and a moisture content of 1.4%.

20 Example 7 Peanut Paste

A sucrose liquor containing not more than 0.3% invert and 0.13% ash at 67% sucrose solids was evaporated up to 83% solids. This syrup was evaporated and heated to 135°C by passing through a plate heat

exchanger, before being discharged into the extruder port situated 34cm from the motor end. The water vapour was removed from the extruder at a port situated 9cm from the motor end, leaving a sugar syrup of between 90 to 95% solids. A wide throat mono-pump containing peanut paste was connected to a port situated 60cm from the motor end and the paste was pumped in at a rate of 29kg/hr. The extruder was run at 400 rev.min⁻¹, discharging the sugar and peanut mixture onto the moving conveyor band, where the sugar crystallised. The material was granulated after 2 minutes, rotary dried and classified. The product had a peanut content of 25% and a moisture content of 1.4%.

Example 8 Lemon Flavour

A sucrose liquor containing not more than 0.3% invert and 0.13% ash at 67% sucrose solids was coloured yellow with a food additive and then evaporated up to 83% solids. The syrup was evaporated and heated to 135°C by passing through a plate heat exchanger, before being discharged into the extruder port situated 34cm from the motor end. The water vapour was removed from the extruder at a port situated 9cm from the motor end, leaving a sugar syrup of between 90 and 95% solids. Two lemon flavours and buffered lactic acid were independently metered into the extruder at a port

situated 72cm from the motor end. The two lemon flavours were set to pump in 931g/hour each and the lactic acid 2.07 Kg/hour. The extruder was run at 400 rpm discharging the sugar, acid and flavour mixture onto the moving conveyor band, where the sugar crystallised. The material was granulated after 2 minutes, rotary dried and classified. The product was free-flowing and crunchy with a sharp lemon flavour and a moisture content of 1.4%.

10 Example 9 Impure Sugar

An impure sucrose syrup at 67% solids containing 1.8% ash, 2.5% invert and a total sucrose content of 92% was evaporated up to 83% solids. This syrup was then evaporated and heated to 140°C by passing through a plate heat exchanger, before being discharged into the extruder port situated 34 cm from the motor end. In this case water vapour was flashed off in the atmosphere while it was being discharged into the extruder port. The extruder in this case had a length:diameter ratio of 10:1 and was run at 250 rev.min⁻¹ to discharge a foamy syrup onto a moving crystallisation belt at a rate of 88kg/hr. The syrup rapidly transformed and was granulated after 4.3 minutes. The product was put through a rotary drier and classified.

CLAIMS:

1. A process for the crystallisation of sucrose or glucose from a super saturated sugar syrup in which the syrup is subjected to shear in an uncooled nucleation zone to induce nucleation of the syrup, the syrup is discharged from said nucleation zone before substantial crystallisation has taken place, and the syrup is thereafter allowed to crystallise without agitation, characterised in that shear is provided by a continuous screw extruder such that progressive nucleation of the syrup is induced, the syrup having an average retention time therein of below 25 seconds at a temperature of 115 to 145°C for sucrose and 100 - 135°C for glucose.
2. A process according to claim 1, in which the extruder is a twin-screw extruder.
3. A process according to claim 1 or claim 2, in which the extruder has a shaft length to diameter ratio of from 10:1 to 15:1.
4. A process according to any of claims 1 to 3, in which the extruder runs at 100-500 rev.min⁻¹.
5. A process according to any of claims 1 to 4, in which the mean retention time in the extruder is below

15 seconds.

6. A process according to claim 5, in which the mean retention time is 2 - 11 seconds.
7. A process according to any of claims 1 to 6, in which the crystallisation occurs on a moving belt.
8. A process according to claim 7, in which the belt loading is from 6-15 kg m⁻².
9. A process according to any of the preceding claims in which one or more other ingredients are incorporated into the syrup being nucleated.
10. A process according to claim 9 in which the other ingredients are introduced separately into the extruder.
11. Apparatus for producing a crystalline sugar product comprising means, including
- 15 a) an evaporator, for supplying a supersaturated syrup of glucose at 100 to 135°C or sucrose at 115 to 145°C, arranged to supply the syrup to
- b) a continuous screw extruder adapted to provide an

average retention time for the syrup of less than 25 seconds, and

c) a conveyor arranged to collect syrup emerging from the extruder onto a flat surface and to convey it at a
5 substantially constant temperature while crystallisation proceeds.

12. A crystalline sugar product produced by a process according to any of claims 1 to 10 or using apparatus according to claim 11.

⑫

EUROPEAN PATENT APPLICATION

⑲ Application number: 85301781.2

⑤① Int. Cl.³: **C 13 F 1/02**
C 13 K 1/10

⑳ Date of filing: 14.03.85

③① Priority: 15.03.84 GB 8406734

④③ Date of publication of application:
02.10.85 Bulletin 85/40

⑥⑧ Date of deferred publication of search report: 14.09.88

⑥④ Designated Contracting States:
AT BE CH DE FR GB IT LI LU NL SE

⑦① Applicant: **TATE & LYLE PUBLIC LIMITED COMPANY**
Sugar Quay Lower Thames Street
London, EC3R 6DQ(GB)

⑦② Inventor: **Shukla, Dipak Prabhulal**
48, Northumberland Avenue
Reading Berkshire(GB)

⑦② Inventor: **Sinclair, Keith**
Xanadu 16, Nursery Road
Paddock Wood Kent(GB)

⑦② Inventor: **Smith, Kevin Alan**
17, Coppice Road Woodley
Reading Berkshire(GB)

⑦④ Representative: **Ablewhite, Alan James et al.**
MARKS & CLERK 57/60 Lincoln's Inn Fields
London WC2A 3LS(GB)

⑤④ **Crystallisation of sugars.**

⑤⑦ Sugar (sucrose or glucose) is crystallised by passing a hot supersaturated syrup to a continuous screw extruder such that progressive nucleation of the syrup is induced during a mean residence time of below 25 seconds and then discharging the nucleated syrup onto a surface, e.g. a conveyor belt, to crystallise without agitation.

EP 0 156 596 A3

0156596

European Patent
Office

EUROPEAN SEARCH REPORT

Application Number

EP 85 30 1781

| DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT | | | |
|--|--|---|---|
| Category | Citation of document with indication, where appropriate, of relevant passages | Relevant to claim | CLASSIFICATION OF THE APPLICATION (Int. Cl.4) |
| A | EP-A-0 039 123 (TATE & LYLE) * Claims 1-9; example 1 * & GB-A-2 070 015 (Cat. D) & US-A-4 342 603 (Cat. D) --- | 1,9,12 | C 13 F 1/02 C 13 K 1/10 |
| A | FR-A-2 268 077 (TATE & LYLE) * Claims 1-8; example 2 * & GB-A-1 460 614 (Cat. D) --- | 1,9,12 | |
| A | DE-A-2 032 903 (SUIKER UNIE) * Claims 1-9; figures 1,2 * --- | 1,9,11,12 | |
| A | GB-A-1 055 385 (AMERICAN SUGAR) * Claims 1-18; figure 4 * --- | 1,9,11,12 | |
| A | GB-A-1 163 694 (AMERICAN SUGAR) * Claims 1-5; figure 1 * --- | 1,9,11,12 | |
| A | US-A-3 236 687 (SMITH et al.) * Claim 1-21 * --- | 1,9,12 | |
| A | US-A-4 059 460 (SCHOLLMEIER et al.) * Claims 1-12 * ----- | 1,9,12 | TECHNICAL FIELDS SEARCHED (Int. Cl.4) C 13 F C 13 K C 13 G |
| The present search report has been drawn up for all claims | | | |
| Place of search THE HAGUE | | Date of completion of the search 09-06-1988 | Examiner VAN MOER A.M.J. |
| CATEGORY OF CITED DOCUMENTS X : particularly relevant if taken alone Y : particularly relevant if combined with another document of the same category A : technological background O : non-written disclosure P : intermediate document | | T : theory or principle underlying the invention E : earlier patent document, but published on, or after the filing date D : document cited in the application L : document cited for other reasons ----- & : member of the same patent family, corresponding document | |

EPO FORM 1503 03.82 (P0401)